

CH 679027 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-Liechtensteiner Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

CH 679027 A5

Int. Cl.<sup>5</sup>: B 60 K 1/00  
B 62 D 61/06  
B 62 D 29/04

**PATENTSCHRIFT A5**

① Gesuchsnummer: 2340/89

② Anmeldungsdatum: 23.06.1989

④ Patent erteilt: 13.12.1991

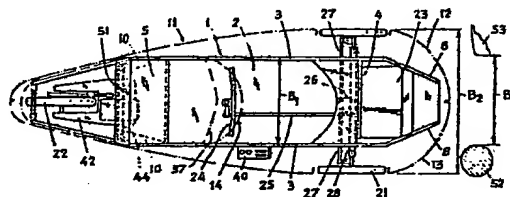
⑤ Patentschrift veröffentlicht: 13.12.1991

⑦ Inhaber:  
Willi Lanker, Zumikon

⑦ Erfinder:  
Lanker, Willi, Zumikon

**⑤ Leichtbau-Elektromobil.**

⑤ Das Leichtbau-Elektromobil mit zwei Vorderrädern und einem Hinterrad weist ein festes, tragendes Chassis (1) mit Boden (2), Seiten (3) und Querwänden (4) als Sicherheitszelle für den Fahrer auf. Eine separate, leichte und nachgiebige Kunststoff-Karosserie (11) bildet eine nicht tragende, strömungsgünstige, tropfenförmige Aussenhaut. Sowohl die Karosseriebreite von ca. 1 m als auch die Chassisbreite von ca. 60 cm sind äusserst gering. Dies ergibt hohe Fahrleistungen, minimales Gewicht, Luftwiderstand und Energieverbrauch. Überdies wird eine erhöhte Gesamtsicherheit erreicht.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Leichtbau-Elektromobil mit zwei Vorderrädern und einem angetriebenen Hinterrad. Solche Mobile sind seit einigen Jahren in Zusammenhang mit Solarmobilrennen bekannt geworden. Ein von der Firma Horlacher AG in Möhlin hergestelltes und für den Strassenverkehr zugelassenes Elektromobil weist eine selbsttragende faserverstärkte Kunststoff-Karosserie auf, welche gleichzeitig die Aussenform bildet und alle Belastungskräfte aufnehmen muss. Zur Erreichung einer genügenden Seitenstabilität mit geringer Frontfläche weist es freistehende Vorderräder auf. Diese könnten jedoch im Verkehr leicht übersehen werden und ergeben überdies eine relativ grosse Fahrzeugbreite. Die bekannten Leichtbaumobile weisen immer noch einen Verbrauch von mindestens 50 Wh pro km bei normalen Autogeswindigkeiten von 80 km/h auf. Auch können sie praktisch noch kaum im normalen Verkehr mithalten und sind anderseits, bedingt durch ihre Breite, auch nicht leicht überholbar. Die geringe Energie-Dichte der heutigen Batterien beschränkt dabei die mögliche Leistung ganz massiv. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Leichtbau-Elektromobil zu schaffen, welches im schnellen Werktagsverkehr im regionalen Bereich ohne Behinderung des Verkehrsflusses mitfahren kann. Es soll insbesondere dem alleinfahrenden Pendler ermöglichen, im wesentlichen gleich schnell wie mit dem Auto zur Arbeit zu fahren. Dabei sollen möglichst geringer Energieverbrauch und hohe Gesamtsicherheit, im speziellen auch gegenüber den schwächeren Verkehrsteilnehmern wie Fussgänger, Velofahrer und Kinder, erreicht werden. Insgesamt soll eine wesentlich verbesserte Kombination der wichtigsten Eigenschaften: Fahrleistungen, Verbrauch, Gesamtsicherheit und Beanspruchung von Verkehrsfläche erreicht werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das erfindungsgemässe Leichtbau-Mobil ein tragendes, kasten- oder schalenförmiges Chassis mit mindestens einer vorderen und einer hinteren Querwand aufweist, welches den Fahrer als Sicherheitszelle umschliesst, wobei die Räder ausserhalb des Chassis liegen, und dass es eine separate nichttragende Kunststoffkarosserie aufweist, welche leichter ist als das Chassis und welche eine gerundete, längliche und alle Räder bedeckende Aussenform bildet, wobei das Chassis fest und steif und die Karosserie nachgiebig ausgebildet sind.

Diese Kombination ergibt sowohl sehr niedriges Gewicht als auch geringen Luftwiderstand, somit minimalen Energieverbrauch und damit wiederum weniger notwendiges Batteriegewicht. Dank grosser Wendigkeit kann das Mobil einem drohenden Zusammenstoss (mit Auto oder Fussgänger) rasch und auf kleinstem Raum ausweichen. Die geringe Breite als mit Abstand wichtigstem Kriterium der Verkehrsflächen-Beanspruchung ermöglicht es im Prinzip, dass auf einer normalen Fahrspur zwei erfindungsgemässe Mobile nebeneinander Platz finden. So erreicht das Mobil mit der geringen benötigten Verkehrsbreite eines Mofas praktisch normale

Autotransportgeschwindigkeit. Dies ergibt eine massiv reduzierte Beanspruchung von Verkehrsfläche auf rund die Hälfte. Auch das Überholen wird erleichtert und ungefährlicher, sowohl für Autos, welche schneller fahren wollen, als auch von Velofahrern durch das Mobil bei Gegenverkehr. Die benötigte Parkfläche beträgt weniger als die Hälfte eines Personenwagens. Die abhängigen Ansprüche betreffen besonders günstige Ausführungsformen der Erfindung. Danach ergibt ein flacher, tiefliegender Chassisboden einen besonders tiefen Schwerpunkt mit entsprechend guter Strassenlage. Vorzugsweise kann die maximale Breite des Chassis weniger als 70 cm (beispielsweise 60 cm) und die maximale Breite der Karosserie, welche durch die Vorderräder voll ausgenützt wird, höchstens 110 cm (beispielsweise sogar nur 100 cm) betragen. Das Chassis kann vorne z.B. keilförmig verjüngt und sein Boden nach vorn leicht angehoben sein. Die ausserhalb des Chassis liegenden Radaufhängungen können eine geringere Festigkeit als das Chassis aufweisen, z.B. in Form von Sollbruchstellen gegen einen schweren Schlag von vorne. Dann können die aussenliegenden Teile der Aufhängung wie auch die Halbschalen einer längsgeteilten Karosserie bei einem Zusammenstoss abgerissen werden und das Chassis als Sicherheitszelle ohne Deformation weiterrutschen und damit langsam abgebremst werden.

Als hochfeste Leichtbau-Werkstoffe für das Sicherheits-Chassis können mit technischen Endlosfasern wie Kohle, Aramid oder Glas verstärkte Kunststoffe eingesetzt werden. Geeignete Kunststoffe sind z.B. Epoxide oder Thermoplaste wie PPS, PA und PEEK. Ein besonders leichtes und steifes Chassis kann aus einem Sandwich von zwei hochfesten Deckschichten mit einem dazwischen liegenden leichten Kern aus Schaumstoff oder Wabenmaterial aufgebaut werden. Dazu können z.B. Platten aus zähem PVC-Schaum in 1 bis 2 cm Dicke umgeformt und mit C-A-Mischgewebe und Epoxidharz beschichtet werden. Die Faserverstärkung kann dabei mittels integrierter Rovings faserwerkartig den Belastungen angepasst werden. Auch aus Aluminium-Wabenplatten, z.B. Aerolam von Ciba, können kastenförmige Chassis aufgebaut werden. Durch tropfenförmige Ausbildung der Karosserie, sowohl des Grundkörpers als auch der Cockpit-Haube können minimale Luftwiderstandsbeiwerte wie auch geringe Querschnittsflächen erreicht werden. Durch Anordnung der Batterien im Bereich der Vorderräder auf dem Chassisboden kann eine günstige und gleichmässige Gewichtsverteilung auf alle drei Räder erreicht werden. Als einfache und leichte Federungselemente eignen sich Kunststoffe wie Polyurethan-Elastomere oder mit Kohle oder Glas verstärkte Kunststoffe. Durch eine mehrfache Federung der Teilmassen Chassis, Batterie und Fahrer können schon mit kleinen Federwegen gute Eigenschaften erreicht werden. Ein unter den Fahrerbeinen angebrachter Lenker kann ein besonders rasches, präzises Steuern und Ausweichen ermöglichen. Durch Kombination des Antriebs mit einer Verbund-Hinterradschwinge und einer Federabstützung kann eine besonders leichte und kompakte

Baueinheit gebildet werden. Mit einem stufenlosen automatischen Drehmomentwandler-Antrieb, wie z.B. im SSES Tagungsband: Solarfahrzeuge, Bern 1985, S. 129 erläutert, können besonders gutes Leistungsgewicht und hohe Beschleunigung erzielt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren weiter erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein erfindungsgemässes Mobil in verschiedenen Ansichten,

Fig. 2 eine Variante mit verjüngter Front,

Fig. 3 einen schalenförmigen Chassisquerschnitt,

Fig. 4 eine Variante der Batterieanordnung,

Fig. 5 eine Vorderradaufhängung,

Fig. 6 eine Hinterradschwinge mit Antrieb.

Ein erfindungsgemässes Leichtbau-Elektromobil wird in drei Ansichten von Fig. 1 a) bis c) illustriert. Ein tiefliegendes, steifes kastenförmiges Chassis 1 weist einen Boden 2, Seitenwände 3 und versteifende Querwände 4 und 5 auf, welche den Fahrer 50 umschliessen. Die vordere Querwand 4 nimmt Kräfte der Aufhängungen der Vorderräder 21 und der Batterie 23 auf. Diese Wand trennt zudem auch den Fahrer-Innenraum 6 gegen die Batterie ab, was z.B. bei einer Havarie wünschbar ist. Die hintere Querwand 5 nimmt die Kräfte von Hinterradaufhängung 42 und Motor 41 auf und dient gleichzeitig als Rückenstütze für eine leichte Fahrersitzschale 37, z.B. aus 1 mm dickem Kevlar- oder Glas-Epoxy Verbund. Eine Karosserie 11 wird auf das Chassis 1 abgestützt. Sowohl ihr Grundkörper als auch eine Cockpithaube 14 sind tropfenförmig und damit strömungsgünstig ausgebildet. Der Platz zwischen Chassis 1 und Karosserie 11 kann als Stauraum und für verschiedene Installationen, z.B. ein elektrisches Schaltbrett 40 genutzt werden. Zum Aussteigen kann die Haube 14 in Richtung 15 nach oben geklappt werden. Zum Offenfahren ist sie abnehmbar. Dann kann das Mobil durch eine kleine Windschutzscheibe und eine hinter dem Fahrer liegende Abdeckung in einen Spyder verwandelt werden. Ein auch als Kopfstütze dienender Überrollbügel 51 ist ebenfalls am Chassis 1 verankert. Zur Erleichterung des Einstiegs ist als Teil der Karosserie ein Deckel 16 mit einem Türausschnitt 18 vor dem Fahrer hochklappbar in Richtung 17 angebracht. Der Deckel 16 trägt dabei auch ein Armaturenbrett 19 und einen Scheibenwischer 20.

Dank der geringen, durch die Vorderräder bestimmten Breite B1 von ca. 1 m und der noch geringeren Breite B2 des Chassis kann das Mobil, bzw. dessen Sicherheitszellen-Chassis 1 auch noch durch eine sehr schmale Lücke hindurch entweichen. Im Extremfall durch eine Lücke mit Breite B2 von ca. 60 cm, z.B. zwischen einem Baum 52 und einem entgegenkommenden Auto 53 hindurch. Die Radaufhängungen und der aus zwei Halbschalen 12, 13 (Fig. 1 c) bestehende Karosserieunterteil wird dabei ohne Deformation des Chassis und des Fahrers abgerissen (ähnlich wie die aus Formel 1 Unfällen bekannt ist). Der Boden 2 des Chassis weist leicht unterschiedliche Höhen auf. Die Höhen H2 und H4

bei den Rädern von z.B. 10 cm ergeben eine tiefstmögliche Schwerpunktlage, während H1 und H3 von z.B. 14 und 16 cm eine grössere Bodenfreiheit und Erleichterung eines allfälligen Rutschens auf der Chassisnase ergeben. Das Chassis weist vorne (8) und hinten (10) keilförmige Verjüngungen auf.

In einem weiteren Beispiel von Fig. 2 weist das Chassis eine erste Verjüngung 9 zur Erhöhung des Radeinschlags 54 und zur Aufnahme einer doppelten Dreieckslenker-Aufhängung 56 sowie eine weitere Bugverjüngung 8 auf. Die Kräfte von Radaufhängungen mit Federungen werden jeweils durch Verstärkungseinsätze im Chassis 1 aufgenommen. Die Fahrzeughöhe H von ca. 1 bis 1.1 m entspricht etwa jener schneller, niedriger Sportwagen.

Ein unter den Beinen befindlicher veloartiger Lenker 24 ermöglicht präzises, rasches Lenken und vermeidet gefährliche Lenkradverletzungen des Fahrers. Überdies ist es auch möglich, über den Lenker hinwegzusrutschen und den Kopf einzuziehen, so dass die ganze Person durch die 45 bis 50 cm hohe Vorderwand 4 geschützt ist. Der Lenker 24 betätigt über eine Lenkstange 25 und einen Umlenkehebel 26 die Spurstangen 27 der Vorderräder. Das Mobil von Fig. 1 weist, wie in Fig. 5 weiter illustriert, eine vordere Starrachse aus einem leichten Rechteckprofilrohr 28 mit je zwei Längslenkern 30, 31 und einem Querlenker 29 auf. Ein leichtes Kunststoff-Element 33 aus Polyurethanschaumstoff-Elastomer dient als Federung, ergänzt durch einen nur 90 g schweren Dämpfer 32. Analog dazu ist auch die Hinterradaufhängung von Fig. 6 über ein Polyurethan-Federelement 34 auf die Rückwand 5 abgestützt. Die Hinterradschwinge 42 aus Sandwich-Verbund-Kunststoff ist abgewinkelt, so dass die darauf liegende Antriebseinheit 41 mit integrierter Federabstützung 43 tief zu liegen kommt. Der Antriebsschwerpunkt liegt dabei direkt über einer im Chassis 1 gelagerten Hohlwelle 44 als Drehachse. Auch ein in Fig 3 im Querschnitt gezeigtes schalenförmiges Chassis 47 kann im Sandwich Verbund aufgebaut sein. Dieser besteht aus zwei hochfesten FVK-Deckschichten 48 auf einem leichten Stützkern 49, z.B. aus Schaumstoff oder Wabenmaterial (Nomex). Auch Alu-Sandwich-Platten (Aerolam) sind geeignet und ergeben hohe Steifigkeiten.

Zur Erreichung einer optimalen, gleichmässigen Gewichtsverteilung sind die Batterien 23 im Bereich der Vorderräder und tiefliegend angeordnet. Bei einem weiteren Beispiel der Batterieanordnung von Fig. 4 liegt ein Teil der Batterie 23 vor der Vorderwand 4 und ein Teil hinter der Wand 4, flach auf dem Chassisboden 2, durch einen zweiten Boden 39 vom Fahrerraum getrennt. Die Batterien können anforderungsgemäss isoliert oder belüftet werden (38). Gute Fahreigenschaften können auch durch mehrfache Federung der einzelnen Teilmassen (z.B. Leerfahrzeug 70 kg, Batterien 50 kg, Fahrer 70 kg) erreicht werden. Dabei werden die Batterien 23 und der Fahrersitz 37 zusätzlich zur Fahrzeugfederung noch in vertikaler Richtung durch PUR-Schaumstoffelemente von z.B. 1 cm Dicke 35, 36 (Fig. 1 b) gefedert und gedämpft.

Mit einem erfindungsgemäss gebauten Mobil

kann schon mit heutigen, serienmässig gebauten Batterien, z.B. mit 50 kg NC-Zellen, Typ RSH 7 Ah von Varta und einem Automatwandlerantrieb, RS 2000 von Delta AG, Solothurn, von 3 kW Leistung bei 60 V, ein Fahrzeugleergewicht ohne Batterien von 70 bis 80 kg, eine Spitzengeschwindigkeit von 90 bis 100 km/h, eine Steilgeschwindigkeit von 50 km/h bei 8%, eine Reichweite von 50 bis 60 km und ein Verbrauch von nur 25 Wh/km (bei 80 km/h) erreicht werden. Damit kann ein Pendler im Regionalbereich gleich schnell wie mit dem Auto an den Arbeitsort gelangen. Mit in Entwicklung befindlichen Batterien, wie z.B. mit Lithium-Polymer Batterien, bzw. Akkus, können die Leistungen, Gewicht und vor allem Reichweite des erfindungsgemässen Mobils künftig noch wesentlich gesteigert werden. Obwohl primär als Monoposto ausgelegt, kann mit dem erfindungsgemässen Konzept auch ein Notsitz als Sozium hinter dem Fahrer vorgesehen werden.

#### Patentansprüche

1. Leichtbau-Elektromobil mit zwei Vorderrädern und einem angetriebenen Hinterrad, dadurch gekennzeichnet, dass es ein tragendes, kasten- oder schalenförmiges Chassis (1) mit mindestens einer vorderen und einer hinteren Querwand (4, 5) aufweist, welches den Fahrer als Sicherheitszelle umschliesst, wobei die Räder ausserhalb des Chassis liegen, und dass es eine separate nichttragende Kunststoffkarosserie (11) aufweist, welche leichter ist als das Chassis und welche eine gerundete, längliche und alle Räder bedeckende Aussenform bildet, wobei das Chassis fest und steif und die Karosserie nachgiebig ausgebildet sind.

2. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen flachen Chassisboden (2), welcher nicht durch die Karosserie überdeckt wird.

3. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Breite des Chassis (1) weniger als 70 cm und die maximale Breite der Karosserie (11) höchstens 110 cm beträgt.

4. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Chassis mindestens vorne verjüngt (8, 9) ausgebildet ist.

5. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Chassis aus hochfestem Leichtbauwerkstoff, insbesondere aus mit technischen Endlosfasern wie Kohle, Aramid oder Glas verstärkten Kunststoffen wie Epoxy oder Thermoplaste.

6. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Chassis aus einem Sandwich (47) von zwei hochfesten Deckschichten mit einem leichten dazwischenliegenden Kern, z.B. aus Schaumstoff oder Wabenmaterial besteht.

7. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es aus zwei längsgeteilten Halbschalen (12, 13) und einer abnehmbaren Haube (14) besteht.

8. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Karosserie einen tropfenförmigen Grundkörper und eine tropfenförmige Haube (14) aufweist.

9. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ausserhalb des Chassis liegenden Radaufhängungen eine geringere Festigkeit als das Chassis aufweisen.

10. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Batterien (23) im Bereich der Vorderräder auf dem Chassisboden (2) angebracht und durch eine Wand (4, 39) vom Fahrer-Innenraum getrennt sind.

11. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Kunststoff-Federung (33, 34), z.B. aus Polyurethan-Elastomeren.

12. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine mehrfache Federung (33-36) der Teilmassen Chassis, Batterie und Fahrer.

13. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen unter den Fahrerbeinen liegenden Lenker (24).

14. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (41) mit einer Hinterradschwinge (42) und einer Federabstützung (43) eine Baueinheit bilden.

15. Leichtbau-Elektromobil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen stufenlosen automatischen Drehmomentwandler-Antrieb (41).

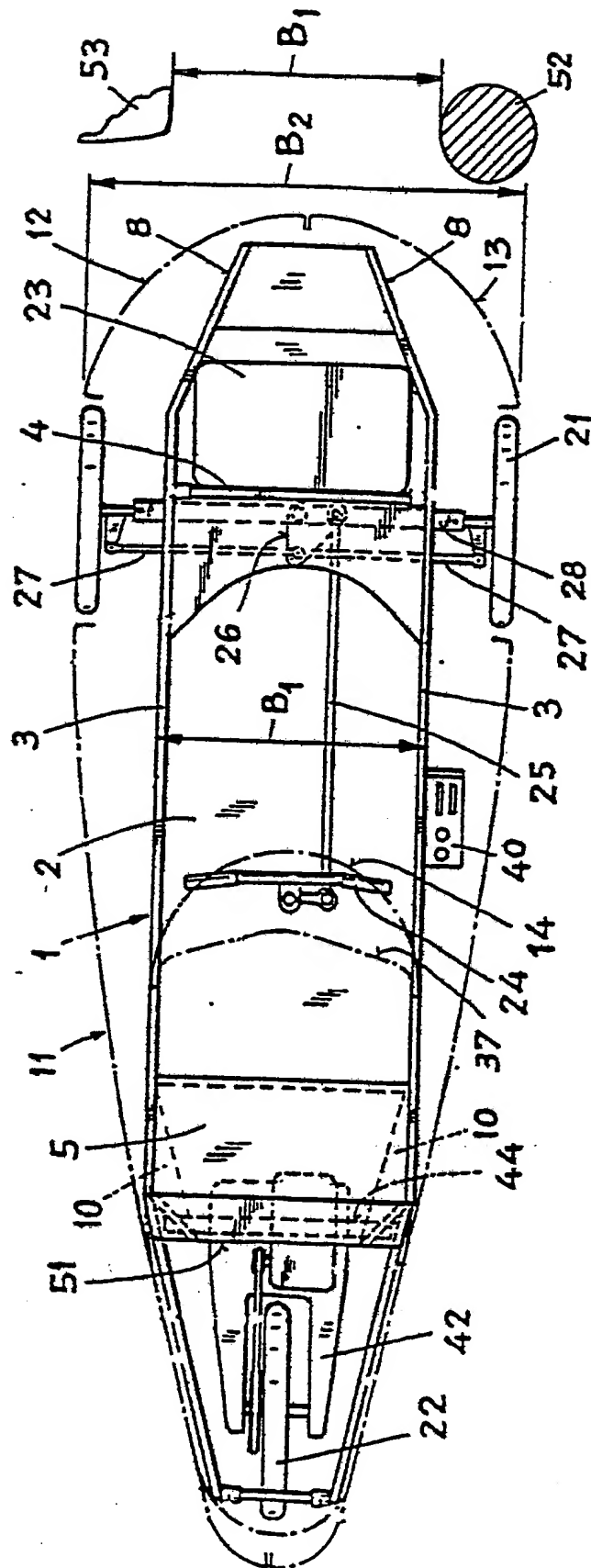
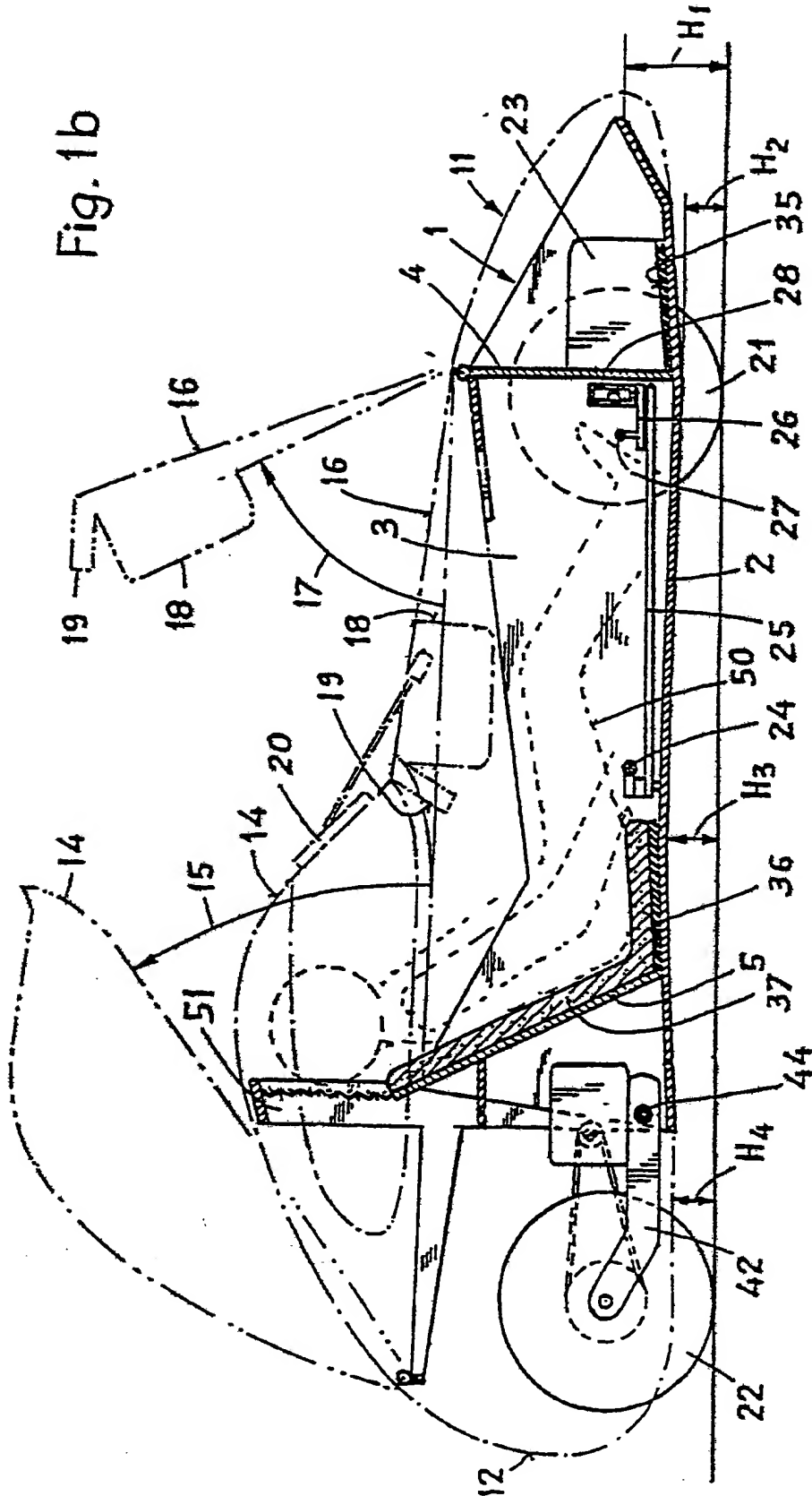


Fig. 1a

Fig. 1b



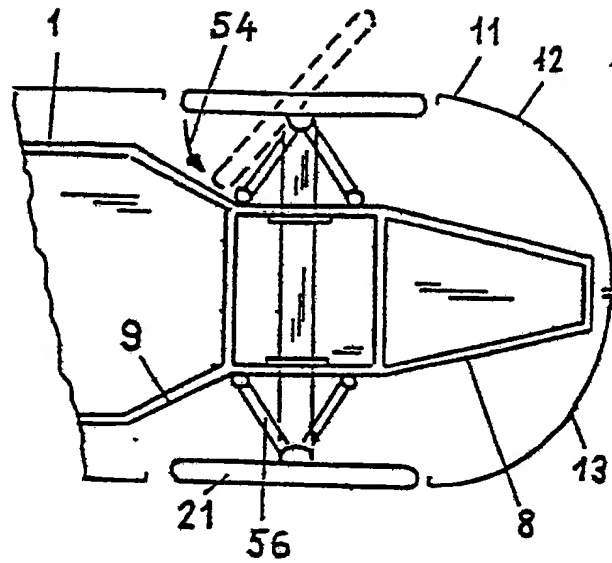


Fig. 2

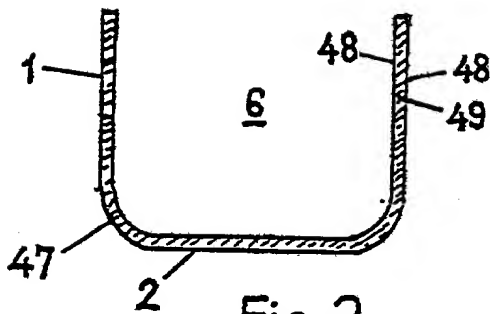


Fig. 3

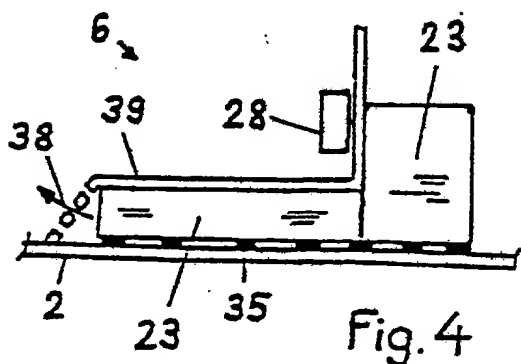


Fig. 4

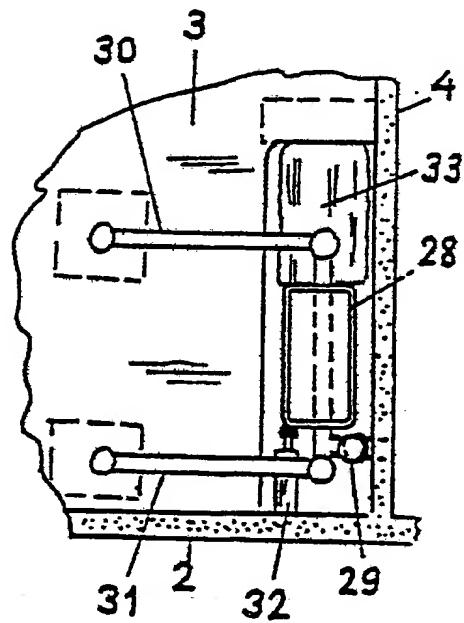


Fig. 5

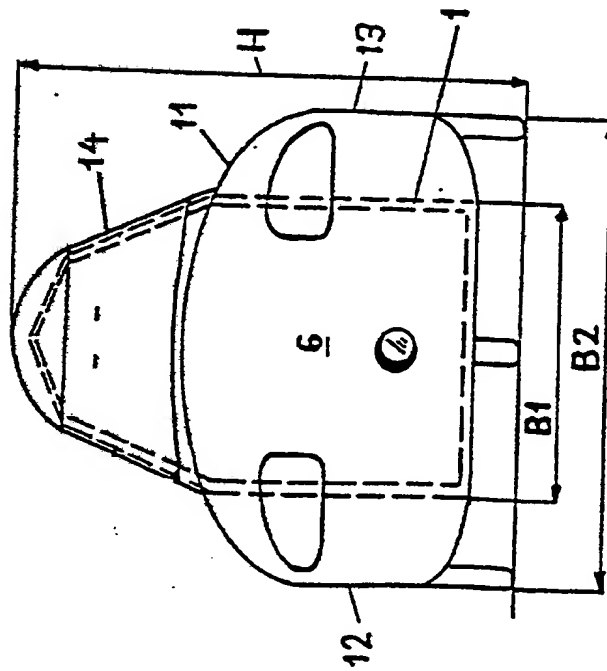


Fig. 1c

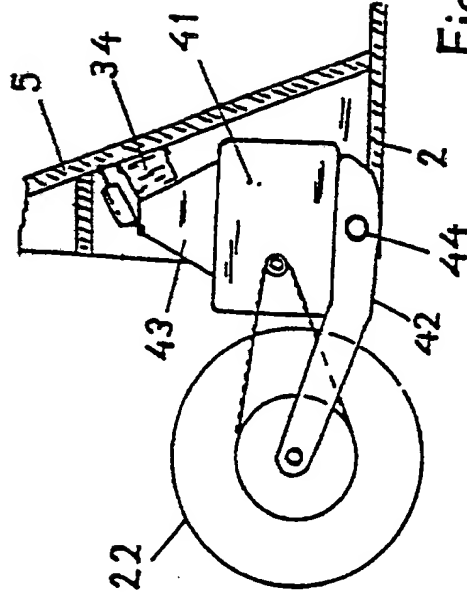


Fig. 6